

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-162305

(P2001-162305A)

(43) 公開日 平成13年6月19日 (2001.6.19)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-コ-ト* (参考)
B 2 1 B 17/14		B 2 1 B 17/14	A 4 E 0 2 8
B 2 1 C 37/08		B 2 1 C 37/08	A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-348298

(22) 出願日 平成11年12月8日 (1999.12.8)

(71) 出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72) 発明者 豊岡 高明

愛知県半田市川崎町1丁目1番地 川崎製鉄株式会社知多製造所内

(72) 発明者 依藤 章

愛知県半田市川崎町1丁目1番地 川崎製鉄株式会社知多製造所内

(74) 代理人 100099531

弁理士 小林 英一

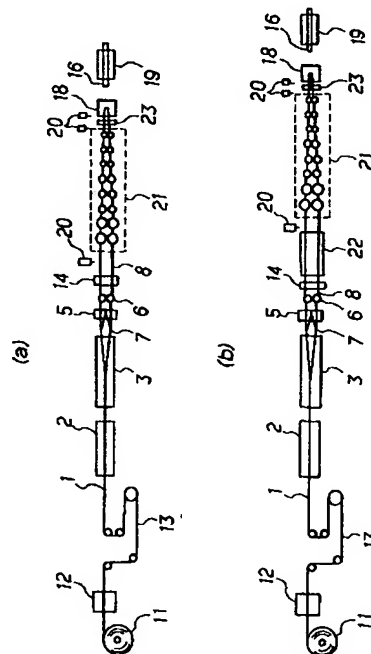
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋼管の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高強度、高延性で管形状の良好な鋼管を高い生産性で製造でき、しかも小ロット多品種生産にも対応できる鋼管の製造方法を提案する。

【解決手段】 帯鋼を $A_c$ 、変態点以上に加熱後、成形ロールにより連続的に成形してオープン管とし、その両エッジ部を加熱し、スクイズロールで衝合接合し、内外ビードを除去し母管としたのち、さらに絞り圧延を施す鋼管の製造方法において、絞り圧延を、 $400^{\circ}\text{C}\sim\text{Ar}$ 、変態点 $+50^{\circ}\text{C}$ 未満の温度範囲で、圧下率が30%以上になる絞り圧延とする、および/または、絞り圧延終了後、0.5秒以内に $30^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の冷却速度で冷却する。また、内外ビード除去後に母管を冷却し、 $400^{\circ}\text{C}\sim\text{Ar}$ 、変態点 $+50^{\circ}\text{C}$ 未満の温度範囲に再加熱して前記の絞り圧延を施してもよい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 帯鋼をAc<sub>1</sub>変態点以上に加熱後、成形ロールにより連続的に成形してオープン管とし、該オープン管の両エッジ部を加熱し、スクイズロールで衝合接合し、内外ビードを除去し母管としたのち、さらに絞り圧延を施す鋼管の製造方法において、前記絞り圧延を、400℃～Ar<sub>1</sub>変態点+50℃未満の温度範囲で、圧下率が30%以上になる絞り圧延とすることを特徴とする鋼管の製造方法。

【請求項2】 前記絞り圧延終了後、0.5秒以内に30℃/s以上の冷却速度で冷却することを特徴とする請求項1に記載の鋼管の製造方法。

【請求項3】 前記内外ビード除去後に母管を冷却し、400℃～Ar<sub>1</sub>変態点+50℃未満の温度範囲に再加熱して前記絞り圧延を施すことを特徴とする請求項1または2に記載の鋼管の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、鋼管の製造方法に関し、とくに、電縫鋼管の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、自動車を軽量化させる目的で、鋼管をスタビライザー、ドライブシャフト等の自動車足廻り部品として使用することが増加している。このような鋼管としては、一般的に溶接鋼管が用いられる。溶接鋼管は、鋼板または鋼帯を管状に成形しその継目を溶接したもので、小径から大径まで各種の製造法によりつくられているが、主な製造法として、電気抵抗溶接（電縫）、鍛接、電弧溶接によるものが挙げられる。

【0003】小径～中径鋼管用としては、高周波電流を利用した電気抵抗溶接法（電気抵抗溶接鋼管、電縫管）が主として利用されている。この方法は、連続的に帯鋼を供給し、成形ロールで管状に成形してオープン管とし、続いて高周波電流によりオープン管の両エッジ部端面を鋼の融点以上に加熱した後、スクイズロールで両エッジ部端面を衝合溶接して製品管を製造する方法である（例えば、第3版鉄鋼便覧第III巻（2）1056～1092頁）。

【0004】上記した電縫管の製造方法では、通常、帯板をオープン管に成形するため、オープン管成形時の成形荷重が高く、生産性を向上させることが難しいという問題や、また製品管の加工硬化が大きいためその後の延性、加工性が低下するという問題があった。さらに、オープン管のエッジ部端面近傍が融点以上の高温に加熱され溶接されることから、シーム部には幅の広い熱影響部が形成され、管周方向各部の特性が不均質となる問題があった。とくに、この不均質性は、自動車車体の補強材として広く用いられる高強度鋼管では、極めて深刻な問題であった。

【0005】また、上記した電縫管の製造方法では、鋼

管の製品寸法に合わせたロールを用いなければならず、小ロット多品種生産に対応できないという問題があった。この問題に対して、例えば、特開昭63-33105号公報、特開平2-187214号公報には、電縫鋼管を冷間で絞り圧延する方法が提案されている。しかし、この方法では、冷間で絞り圧延するため、圧延荷重が大きくミルの大型化を必要とし、さらに被圧延材とロールとの焼付防止のため、潤滑圧延装置の設置が必要となるなどの問題があった。

【0006】また、これらの問題に対し、特開昭58-9714号公報、特開昭60-15082号公報には、電縫鋼管を熱間で絞り圧延する方法が提案されている。特開昭58-9714号公報、特開昭60-15082号公報に記載された方法では、オープン管成形時の成形荷重が高くなるという問題、製品管の加工硬化が大きいためその後の加工性や延性が低下するという問題、シーム品質が低下するという問題、小ロット多品種生産対応ができないという問題は生じない。しかし、これら先行文献に記載されているような単純な再加熱、造管、絞り圧延では、スタビライザーやドライブシャフトに必要な加工性が得られない。これらの問題は、特に、自動車足廻り部品として広く用いられているような高強度鋼管では顕著となる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記問題を有利に解決し、高強度、高延性の鋼管を高い生産性で製造でき、しかも小ロット多品種生産にも対応できる鋼管の製造方法を提案することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記した課題を達成するために、加熱造管-絞り圧延工程を経て製造された鋼管の加工性を向上させるために、種々の検討を行った。その結果、鋼管において、縮径圧延温度を400℃～Ar<sub>1</sub>変態点+50℃未満とすることで、高r値の圧延集合組織が発達し、かつセメントナイト等第二相の微細分散が促進されて、加工性が著しく向上することを発見した。この効果は、前述の特開昭58-9714号公報、特開昭60-15082号公報に開示されている縮径圧延では得られないものである。また、例えば特開平9-279233号公報に開示されているような板圧延で、圧延温度をAr<sub>1</sub>変態点+50℃未満にした場合は、圧下の向きが異なるために逆に低r値の圧延集合組織となり、加工性が低下する。

【0009】また、通常の電縫管を400℃～Ar<sub>1</sub>変態点+50℃未満で縮径圧延を行うことでも、シーム部以外の母材部については、加工性が向上する。しかし、シーム部では、必ずしも良好な加工性が得られない。これは、シーム部は、焼きが入った転位密度が著しく高い組織であるために、良好な圧延集合組織が生じにくいいため、および変形抵抗の差によって偏肉を生じるためと考えられる。本発明者らはこれを防止する方法を検討し、母管を

熱間で製造し、縮径圧延前のシーム部を母材部と同様の転位密度の低い組織とすることで前述の問題を解決できることを見出し、本発明に至った。なお、以上のことから容易に類推できるように造管の加熱温度をマルテンサイト変態やベイナイト変態が生じる温度以上にしても同様の効果が期待できる。しかし、造管・縮径圧延の連続ラインにおいて、この方法では、シーム部と母材部の温度差が大きくなって、偏肉を生じやすい。

【0010】すなわち、本発明は以下に記載される鋼管の製造方法である。

〔1〕帯鋼を $A_c$ 変態点以上に加熱後、成形ロールにより連続的に成形してオープン管とし、該オープン管の両エッジ部を加熱し、スクイズロールで衝合接合し、内外ビードを除去し母管としたのち、さらに絞り圧延を施す鋼管の製造方法において、前記絞り圧延を、 $400^{\circ}\text{C}\sim\text{Ar}$ 変態点 $+50^{\circ}\text{C}$ 未満の温度範囲で、圧下率が30%以上になる絞り圧延とすることを特徴とする鋼管の製造方法。

【0011】〔2〕前記絞り圧延終了後、0.5秒以内に $30^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の冷却速度で冷却することを特徴とする

〔1〕に記載の鋼管の製造方法。

〔3〕前記内外ビード除去後に母管を冷却し、 $400^{\circ}\text{C}\sim\text{Ar}$ 変態点 $+50^{\circ}\text{C}$ 未満の温度範囲に再加熱して前記絞り圧延を施すことを特徴とする〔1〕または〔2〕に記載の鋼管の製造方法。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明では、帯鋼の成形に先立って、アンコイラから払いだされた帯鋼を $A_c$ 変態点以上に加熱する。加熱は、加熱炉を用いる方法、誘導コイルを用いる誘導加熱方法、通電による抵抗加熱方法いずれも好適に適用できる。

【0013】帯鋼の加熱は、 $A_c$ 変態点以上、好ましくは、 $850^{\circ}\text{C}$ 以上 $1050^{\circ}\text{C}$ 以下とする。 $1050^{\circ}\text{C}$ を超える加熱は、ミクロ組織の粗大化を生じ、加工性が低下したり、帯鋼表面に多量のスケールが生成し、鋼管の表面肌が不良となる。なお、加熱温度が $A_c$ 変態点未満では、シーム部の加工性が母材部と比較して低下し、周方向で品質を均一に維持できにくくなる。なお、加熱温度が $A_c$ 変態点以上であっても $850^{\circ}\text{C}$ 未満では、熱間変形抵抗が十分に小さくならず成形荷重が小さくならない。このため、加熱温度は、 $A_c$ 変態点以上、好ましくは、 $850^{\circ}\text{C}$ 以上 $1050^{\circ}\text{C}$ 以下とするのが好ましい。

【0014】加熱された帯鋼は、複数の成形ロールにより連続的に成形されオープン管となる。成形は通常公知の複数の成形ロールによる加工方法が好適に適用できる。帯鋼加熱のかわりに、オープン管となったのち管全体を加熱してもよい。なお、加熱方法、加熱温度は、帯鋼の場合と同じでよい。オープン管加熱の場合には、シーム部熱影響部の幅が大きくならないという利点がある。

【0015】ついで、オープン管の両エッジ部を高周波

電流で融点以上に加熱する。エッジ加熱は、大気中あるいは、大気中より酸素濃度を低減された雰囲気中（シールド雰囲気中）いずれでもよいが、シーム品質の点からはシールド雰囲気中が好ましい。エッジ加熱の温度が融点未満では、エッジ部端面の接合が不十分となりシーム品質が劣化する。

【0016】両エッジ部を融点以上に加熱されたオープン管は、スクイズロールで両エッジ部を衝合され圧接され、接合（溶接）される。エッジ部端面の温度が管材の融点を超えるため、溶融した鋼が衝合接合時に管内外にビード（余盛）を形成する。このため、接合後、ビード切削を必要とする。エッジ加熱および溶接は、大気中あるいは、大気中より酸素濃度を低減された雰囲気中（シールド雰囲気中）のいずれでもよいが、シーム品質の点からはシールド雰囲気中が好ましい。

【0017】シーム溶接後、形成される内外ビードの除去を行う。内外ビードの除去は、切削、研磨等の加工設備を備えたビード除去装置により行うのが好ましい。ついで本発明では、高温に加熱され、電縫溶接された鋼管は、溶接後、ビード除去されたのち、直ちにあるいは均熱処理を施されたのち、絞り圧延を施され、製品管とされる。

【0018】なお、鋼管絞り圧延後の製品管の寸法精度を確保する観点からは、溶接後、鋼管を絞り圧延する前に加熱、冷却等により、管周方向の温度差を $20^{\circ}\text{C}$ 以下にする均熱処理を施すことが好ましい。この均熱処理は、加熱手段、冷却手段を備えた鋼管均熱装置で行うのが好ましい。加熱手段は、加熱炉、誘導加熱等が好適であり、冷却手段は、水、ガス等の流体噴射が好ましい。

【0019】絞り圧延温度は、 $400^{\circ}\text{C}\sim\text{Ar}$ 変態点 $+50^{\circ}\text{C}$ 未満とする。絞り圧延温度が $400^{\circ}\text{C}$ 未満では圧延荷重が高くなり過ぎ、一方、絞り圧延温度が $\text{Ar}$ 変態点 $+50^{\circ}\text{C}$ 以上であると、大圧下を行っても、析出物、ミクロ組織の微細化が促進されず、また、高 $r$ 値の集合組織も発達しにくいため、加工性が低下したり、さらに、酸化スケールの発生が著しくなって表面品質を低下させる。絞り圧延温度は、さらに好ましくは、 $650^{\circ}\text{C}\sim\text{Ar}$ 変態点である。

【0020】絞り圧延は、上記した絞り圧延温度で、かつ圧下率が30%以上になるように行う。ここに、圧下率、歪速度は次式で定義される。

$$\text{圧下率} = (1 - d_s / d_0) \times 100 (\%)$$

$d_0$ ：縮径圧延前の外径、 $d_s$ ：縮径圧延後の外径

30%以上の圧下率は、1パスで稼いでも複数パスで稼いでもよい。ただし、複数パスの場合は、1パスあたりの圧下率を10%以上とすることが好ましい。なお、歪速度は $1\text{ s}^{-1}$ 以上とするのがより好ましい。

【0021】また、本発明では、絞り圧延後の鋼管を、圧延終了時点から0.5秒以内に $30^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の冷却速度で冷却することが好ましい。冷却終了温度は、鋼管の化学

成分、必要強度等に応じて適宜決定されるが、例えば、フェライト-パーライト鋼では700℃、ベイナイト鋼では400℃程度が好ましい。さらに好ましい冷却速度は、50℃/s以上である。

【0022】得られた製品管は、切断機により所定の寸法に切断され、管矯正装置で矯正されるか、あるいは管矯正装置で矯正されたのちコイル状に巻き取られる。また、本発明では、ビード除去に引き続いて絞り圧延を行う代わりに、ビード除去後の母管を一旦400℃ $\sim$ Ar<sub>3</sub>変態点+50℃未満の温度範囲内に設けた目標温度よりも低い温度に冷却しさらに当該目標温度よりも高い温度に再加熱した上で、絞り圧延してもよい。この場合、絞り圧延およびその後の冷却は〔1〕 $\sim$ 〔2〕に準ずる。なお、ビード除去後の冷却方法はとくに限定されず、自然冷却（空冷）でも風、水、ミスト等による強制冷却でもよい。

【0023】図1に本発明〔1〕 $\sim$ 〔2〕の実施に好適な鋼管製造設備列を示す。図1(a)において、1は帯鋼、11は帯鋼を払いだすアンコイル、12は先行する帯鋼の後端部と後行する帯鋼の先端部を接続する接合装置（中継ぎ溶接機）、13は帯鋼を貯えるルーバ（アキュムレータ）、2は帯鋼を加熱する帯鋼加熱装置、3は成形ロール群からなる成形加工装置、5はエッジ加熱装置、6はスクイズロール、7はオープン管、8は鋼管、16は製品管、21は絞り加工装置、18は切断機、19は管矯正装置、20は温度計、23は直近急冷装置、14はビード除去装置である。

【0024】図1(b)は、図1(a)に加えてスクイズロール6の出側で絞り圧延装置21の入側に鋼管加熱均熱装置22を設けた鋼管製造設備列を示す。なお、図1(a)と同一または相当部分には同じ符号を付した。アンコイル11は、コイル状に巻かれた帯鋼1を巻き戻しながら供給する装置で、マンドレル、ガイド等からなる。

【0025】中継ぎ溶接機12は、コイル単位で払いだされる帯鋼1をラインに連続供給するために、払いだされた先行コイルの後端部と払いだされつつある後行コイルの先端部を溶接して継ぐ装置である。これには、電極、クランプ装置等からなるフラッシュバット溶接機が適する。アキュムレータ13は、中継ぎ溶接機15で帯鋼1を接合している際に、ラインを停止せず連続運転するために必要な量の帯鋼を貯える装置である。

【0026】加熱装置2は、帯鋼1をAr<sub>3</sub>変態点以上に加熱する設備であり、ガス燃焼式連続加熱炉、帯鋼用インダクションヒータのいずれかを適用するのが好ましい。板厚、通板スピードの範囲が広い場合は、これらの両方を設置するほうが帯鋼1の温度をより高精度に制御できて好ましい。成形加工装置3は、帯鋼1を円筒形に連続成形し、帯鋼1の幅両端面を対向させてオープン管7を作る設備である。この設備は複数の成形スタンド、成形ロール等からなり、ブレークダウン方式あるいはケ

ージ方式のものが代表的であるが、他の方式でも一向に差し支えない。

【0027】エッジ加熱装置5は、オープン管7エッジ部を高周波電流により融点以上の温度域に加熱する設備である。なお、オープン管7エッジ部は、雰囲気調整用のシールド装置13によりシールド雰囲気（非酸化性雰囲気）に保持するのが好ましい。スクイズロール6は、ハウジング等に支持されて、融点以上にエッジ加熱されたオープン管7両エッジ部を銑合し、円周方向に圧縮力を加えて圧接し、溶接する設備である。

【0028】ビード除去装置14は、溶接の際に生成したビードを、研削あるいは切削等により除去する設備で、研削砥石あるいは切削バイト等からなるのが好ましい。鋼管加熱均熱装置22は、ガス燃焼式連続加熱炉、管用インダクションヒータおよび管用クーラからなり、絞り圧延温度を適宜400℃ $\sim$ Ar<sub>3</sub>変態点+50℃未満の温度範囲内に設けた目標温度に加熱する目的、ならびに、下流で絞り加工する際に偏肉の発生を回避する観点から、溶接後の鋼管8の円周方向温度分布を均一化するためにシーム周辺の高温度部を冷却しあるいは低温部を加熱する目的で設置された設備である。この設備の管用インダクションヒータ部および管用クーラ部は、例えば、冷却水用の配管、ヘッダ、スプレーノズル等からなる水スプレー冷却装置と誘導加熱装置とを組み合わせる構成でできる。

【0029】絞り加工装置21は、適正な温度域で多スタンドを用いて鋼管8外径を連続的に圧下（絞り圧延）し、所定の製品外径を有する鋼管を得る設備であり、ロール（孔型圧延ロール）をハウジング内に円周方向に複数配置してなるスタンド（絞り圧延機）を、複数基タンデムに配列して構成される。これには、3ロール式のストレッチレデュース、2ロール式のサイザ等が適用可能である。

【0030】直近急冷装置23は、冷却水用の配管、ヘッダ、スプレーノズル等からなる水冷却装置である。この装置には、冷却水が前方に流れないようにガスジェット等の水切り装置、および発生した水蒸気が前後の温度計による計測に影響しないように排気装置を併設することが望ましい。なお、直近冷却装置23は絞り加工装置の最後尾スタンドの直後に設置される。

【0031】切断機18は、絞り圧延後の鋼管8を、走間で所定の長さに切断する設備であり、これには例えば、円盤鋸歯等からなるロータリーホットソーが適用できる。管矯正装置19は、切断後の鋼管8の曲がりを矯正する設備である。これには例えば、複数個の上下対向ローラ等からなる縦型傾斜ローラ式矯正機が適用できる。なお、図1では管矯正装置19をオンラインに設けているが、オフラインに設けてもよい。

【0032】また、図2は、ビード除去後の母管を一旦冷却し、再加熱して絞り圧延する本発明〔3〕の実施に好適な鋼管製造設備列の1例を示す説明図である。図2

10

20

30

40

50

において、24は例えばガス燃焼式連続加熱炉で構成される鋼管加熱装置であり、図1と同一または相当部材には同じ符号を付し説明を省略する。この例では、ビード除去後の母管（鋼管8）は、切断機18で切断後、室温～400℃未満の温度範囲に空冷され、図示のない保管場所に保管され、そこから適時取り出されて鋼管加熱装置24で400℃～Ar<sub>3</sub>変態点+50℃未満の温度範囲に再加熱された後、絞り圧延される。

【0033】

【実施例】（実施例1）図1に示す製造設備列を用いて以下に述べる条件で製品管を製造した。表1に示す組成の帯鋼1を帯鋼加熱装置2で表2に示す条件で加熱した＊

（表1）

鋼 No	化学成分（wt%）												
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti	Nb	Cr	Cu	Ni	B
A	0.10	0.10	1.3	0.015	0.003	0.035	0.002	—	—	—	—	—	—
B	0.25	0.30	0.8	0.015	0.003	0.035	0.002	—	—	—	—	—	—
C	0.05	1.00	1.4	0.015	0.003	0.035	0.002	0.010	—	0.9	—	—	—
D	0.008	0.25	1.8	0.015	0.003	0.035	0.002	0.010	0.035	—	0.5	0.25	0.0015
E	0.10	0.20	3.0	0.015	0.003	0.035	0.002	—	0.040	—	—	—	—
F	0.14	0.17	2.9	0.015	0.002	0.035	0.002	0.015	0.020	0.1	—	—	—

【0035】

【表2】

＊後、成形加工装置3により成形しオープン管7とした。オープン管両エッジ部にエッジ加熱装置5により融点以上に加熱するエッジ加熱を施し、スクイズロール6で圧延溶接し、さらにビード除去装置14により管内外のビードを除去し、鋼管8とした。この鋼管を絞り加工装置21で表2に示す条件で絞り圧延し、製品管16とした。また、製品管16のシーム部と母材部について、長手方向のJIS 12号A引張試験片を切り出し、強度、伸び、およびr値を調査した。その結果を表2に併記する。

【0034】

【表1】

(表2-1)

製品番号 No.	鋼種 No.	Ac <sub>3</sub> (℃)	Ar <sub>3</sub> (℃)	加熱温度 (℃)	絞り履歴		圧下条件		製品特性			備考
					圧下条件		開始時間 (sec)	冷却速度 (℃/s)	強度 母材 J-A (MPa)	伸び 母材 J-A (%)	r値 母材 J-A	
					温度 (℃) T <sub>c</sub> =Ar <sub>3</sub> +50	圧下率 (%)						
1	A	840	800	730	≥T <sub>c</sub>	0	空冷	(10)	440	58	2.0	比較例
					≥400 <T <sub>c</sub>	60			440	50	1.0	
					<400	0						
					合計	60						
2	B	830	780	730	≥T <sub>c</sub>	0	空冷	(10)	620	40	2.0	比較例
					≥400 <T <sub>c</sub>	65			620	30	1.2	
					<400	0						
					合計	65						
3	C	830	800	720	≥T <sub>c</sub>	0	空冷	(10)	520	50	2.0	比較例
					≥400 <T <sub>c</sub>	50			520	38	1.1	
					<400	0						
					合計	50						
4	D	870	800	730	≥T <sub>c</sub>	0	空冷	(10)	580	50	2.0	比較例
					≥400 <T <sub>c</sub>	50			620	35	1.0	
					<400	0						
					合計	50						
5	E	790	700	1000	≥T <sub>c</sub>	45	空冷	(10)	845	20	0.8	比較例
					≥400 <T <sub>c</sub>	15			845	20	0.8	
					<400	—						
					合計	63						
6	F	790	700	900	≥T <sub>c</sub>	40	空冷	(10)	1080	13	0.8	比較例
					≥400 <T <sub>c</sub>	15			1080	13	0.8	
					<400	—						
					合計	49						
7	A	840	800	1000	≥T <sub>c</sub>	0	空冷	(10)	440	58	2.0	本発明例
					≥400 <T <sub>c</sub>	60			440	58	2.0	
					<400	—						
					合計	60						
8	A	840	800	1000	≥T <sub>c</sub>	30	0.5	30	440	56	1.7	本発明例
					≥400 <T <sub>c</sub>	30			440	56	1.7	
					<400	—						
					合計	61						

【0036】

【表3】

(表2-2)

製品管 No.	鋼 No.	Ac <sub>1</sub> (℃)	Ac <sub>3</sub> (℃)	加熱温度 (℃)	絞り圧延		圧延冷却条件		製品特性			備考
					圧下条件		開始時間 (sec)	冷却速度 (℃/s)	強度母材 σ <sub>k</sub> (MPa)	伸び母材 ε <sub>k</sub> (%)	r 値母材 r <sub>m</sub> (%)	
					温度 (℃) T <sub>c</sub> =Ac <sub>3</sub> +50	圧下率 (%)						
9	A	840	800	1000	≥T <sub>c</sub>	20	0.5	50	440	54	1.9	本発明例
					≥400、<T <sub>c</sub>	40						
					<400	—						
					合計	82						
10	B	830	780	1000	≥T <sub>c</sub>	0	空冷	(10)	620	40	2.0	本発明例
					≥400、<T <sub>c</sub>	65						
					<400	0						
					合計	65						
11	C	830	870	1000	≥T <sub>c</sub>	0	0.5	30	520	50	2.0	本発明例
					≥400、<T <sub>c</sub>	50						
					<400	0						
					合計	50						
12	D	870	850	950	≥T <sub>c</sub>	0	空冷	(10)	580	50	2.0	本発明例
					≥400、<T <sub>c</sub>	50						
					<400	0						
					合計	50						
13	E	790	700	950	≥T <sub>c</sub>	0	空冷	(10)	800	25	2.0	本発明例
					≥400、<T <sub>c</sub>	50						
					<400	0						
					合計	50						
14	E	790	700	1000	≥T <sub>c</sub>	25	空冷	(10)	840	25	1.7	本発明例
					≥400、<T <sub>c</sub>	30						
					<400	0						
					合計	48						
15	E	790	700	1000	≥T <sub>c</sub>	0	空冷	(10)	840	30	2.4	本発明例
					≥400、<T <sub>c</sub>	75						
					<400	0						
					合計	75						
16	E	790	700	1000	≥T <sub>c</sub>	0	空冷	(10)	840	32	2.5	本発明例
					≥400、<T <sub>c</sub>	90						
					<400	0						
					合計	90						
17	F	790	700	1000	≥T <sub>c</sub>	0	空冷	(10)	1280	20	1.8	本発明例
					≥400、<T <sub>c</sub>	50						
					<400	0						
					合計	50						

【0037】本発明例は、延性、r 値に優れていた。  
 (実施例2) 図2に示す製造設備列を用いて以下に述べる条件で製品管を製造した。表1に示す組成の帯鋼1を帯鋼加熱装置2で表3に示す条件で加熱した後、成形加工装置3により成形しオープン管7とした。オープン管両エッジ部にエッジ加熱装置5により融点以上に加熱するエッジ加熱を施し、スクイズロール6で圧延溶接し、さらにビード除去装置14により管内外のビードを除去し、鋼管8とし、所定の長さに切断後冷却した。この鋼

管を鋼管加熱装置24で再加熱（再加熱温度は表3の絞り圧延入側温度に同じ）後、絞り加工装置21で表3に示す条件で絞り圧延し、製品管16とした。また、製品管16のシーム部と母材部について、長手方向のJIS 12号A引張試験片を切り出し、強度、伸び、およびr 値を調査した。その結果を表3に併記する。

【0038】

【表4】

(表3)

製品管 No	鋼 No	Ac <sub>3</sub> (℃)	Ar <sub>3</sub> (℃)	花綱 加熱 温度 (℃)	絞り圧延			圧延条件		製品特性			備 考			
					圧下条件			開始 時間 (sec)	冷却 速度 (℃/s)	強度 母材 Y-A (MPa)	伸び 母材 Y-A (%)	r値 母材 Y-A				
					再加熱 温度 (℃)	温度 (℃) Tc=Ar <sub>3</sub> +50	圧下率 (%)									
18	A	840	800	1000	920	≥Tc	0	0.5	30	440	58	2.1	本 発 明 例			
						≥400、<Tc	60							440	58	2.1
						<400	0									
						合計	60									
19	B	830	780	1000	900	≥Tc	0	空冷	(10)	620	41	2.0	本 発 明 例			
						≥400、<Tc	65							620	41	2.1
						<400	0									
						合計	65									
20	C	860	870	1000	1000	≥Tc	0	0.5	30	520	52	2.1	本 発 明 例			
						≥400、<Tc	50							520	52	2.1
						<400	0									
						合計	50									
21	D	870	860	950	930	≥Tc	0	空冷	(10)	580	50	2.0	本 発 明 例			
						≥400、<Tc	50							580	50	2.0
						<400	0									
						合計	50									
22	E	790	700	950	900	≥Tc	0	空冷	(10)	840	27	2.0	本 発 明 例			
						≥400、<Tc	50							840	27	2.0
						<400	0									
						合計	50									
23	F	790	700	1000	820	≥Tc	0	空冷	(10)	1260	21	1.8	本 発 明 例			
						≥400、<Tc	50							1260	21	1.8
						<400	0									
						合計	50									

【0039】本発明例は、延性、r値に優れていた。

【0040】

【発明の効果】本発明によれば、加工性に優れた鋼管が製造できる。また、本発明によれば、従来の電縫鋼管の製造方法では得られなかった優れた特性が得られ、近年、需要が増えている自動車の車体足廻り用高強度鋼管として好適に使用することができる。さらに、本発明によれば、再加熱により、オープン管の成形荷重が低下し、かつ、高速の絞り圧延も可能になるために生産性が向上し、また、絞り圧延により、小ロット多サイズの生産にも対応が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明【1】～【2】の実施に好適な鋼管製造設備列の1例を示す説明図である。

【図2】本発明【3】の実施に好適な鋼管製造設備列の1例を示す説明図である。

【符号の説明】

1 帯鋼

2 帯鋼加熱装置

3 成形加工装置

5 エッジ加熱装置

6 スクイズロール（圧接装置）

7 オープン管

8 鋼管

11 アンコイル

12 帯鋼の接合装置（中継ぎ溶接機）

14 ビード除去装置

16 製品管

17 ルーバ（アキュムレータ）

18 切断機

19 管矯正装置

20 温度計

21 絞り加工装置

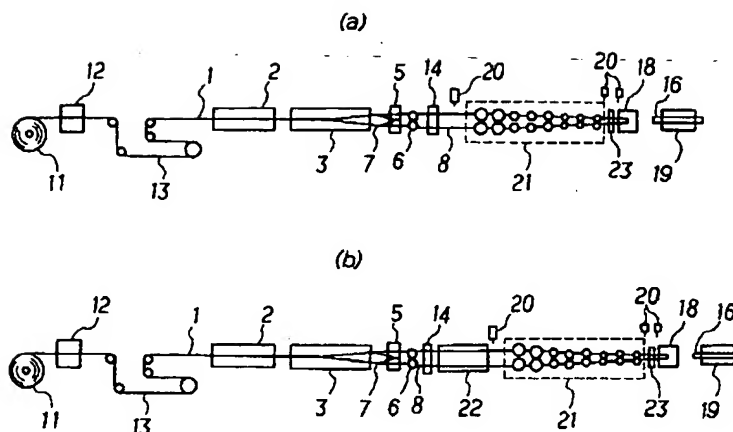
22 鋼管加熱均熱装置

23 直近冷却装置

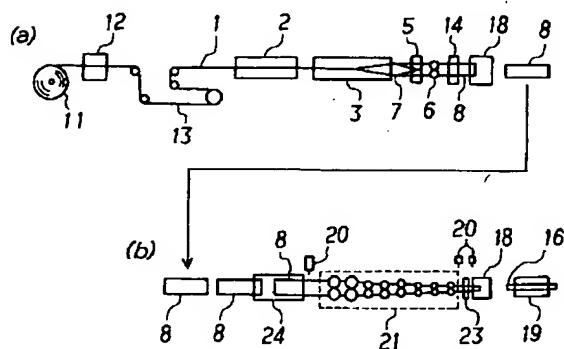
24 鋼管加熱装置



【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 河端 良和  
愛知県半田市川崎町1丁目1番地 川崎製  
鉄株式会社知多製造所内

(72)発明者 西森 正徳  
愛知県半田市川崎町1丁目1番地 川崎製  
鉄株式会社知多製造所内

(72)発明者 板谷 元晶  
愛知県半田市川崎町1丁目1番地 川崎製  
鉄株式会社知多製造所内

(72)発明者 岡部 能知  
愛知県半田市川崎町1丁目1番地 川崎製  
鉄株式会社知多製造所内

(72)発明者 荒谷 昌利  
愛知県半田市川崎町1丁目1番地 川崎製  
鉄株式会社知多製造所内

(72)発明者 長浜 拓也  
愛知県半田市川崎町1丁目1番地 川崎製  
鉄株式会社知多製造所内

Fターム(参考) 4E028 CA02 CA13 CA18 LA03